

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-084329

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

H04L 27/00

(21)Application number : 2001-047197

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 22.02.2001

(72)Inventor : UESUGI MITSURU

(30)Priority

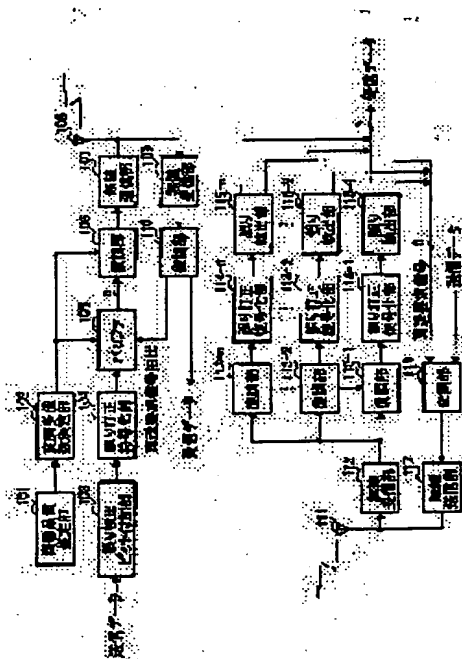
Priority number : 2000189411 Priority date : 23.06.2000 Priority country : JP

## (54) ADAPTIVE MODULATION COMMUNICATION SYSTEM

## (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To satisfactorily demodulate at a reception side, without notifying information such as a modulation method or the like, when conducting adaptive modulation communication.

**SOLUTION:** An adaptive modulation communication system adaptively changes a modulation method at a transmission unit. The communication system sets a different error detecting unit, corresponding to a bit position at a transmission side unit, transmits data error detection processed at a different error detecting unit corresponding to a bit position, and independently demodulates it by using a demodulating pattern different at each error detecting unit to obtain reception data.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 変調方式を伝送単位で適応的に変更する適応変調通信システムであって、送信側装置において、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位を設定し、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを送信し、受信側装置において、前記誤り検出単位毎に異なる復調パターンを用いて独立に復調処理を行って受信データを得ることを特徴とする適応変調通信システム。

【請求項 2】 変調方式は、信号点の数の平方根が整数である多値数の変調方式の中で適応的に変更されることを特徴とする請求項 1 記載の適応変調通信システム。

【請求項 3】 変調方式は、信号点の数の平方根が整数でない多値数の変調方式の中で適応的に変更されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の適応変調通信システム。

【請求項 4】 同相軸方向の信号点の数と直交軸方向の信号点の数の差が小さくなるように信号点の配置を設定することを特徴とする請求項 3 記載の適応変調通信システム。

【請求項 5】 変調方式は、信号空間ダイアグラムにおける原点を通る位相判定軸を用いた多値変調方式の中で適応的に変更されることを特徴とする請求項 1 記載の適応変調通信システム。

【請求項 6】 信号空間ダイアグラムにおける原点を通る位相判定軸を用いた多値変調方式は、振幅方向の識別も行う変調方式であることを特徴とする請求項 5 記載の適応変調通信システム。

【請求項 7】 複数ビット毎にまとめて誤り訂正符号化を行い、受信側で誤り検出を行うことにより、送信側から送信されたビットを有効ビットと検出する請求項 5 又は請求項 6 記載の適応変調通信システム。

【請求項 8】 最も多値数が大きい変調方式の信号空間ダイアグラムにおいて最大振幅の中間値を用いてパイロットの位置を設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の適応変調通信システム。

【請求項 9】 誤り検出単位毎に再送要求を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の適応変調通信システム。

【請求項 10】 変調方式は、再送要求から推定した回線品質に基づいて適応的に変更することを特徴とする請求項 9 記載の適応変調通信システム。

【請求項 11】 ビット位置に対応して異なる誤り検出単位を設定する手段と、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを送信する手段と、を具備することを特徴とする送信装置。

【請求項 12】 ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを受信する手段と、誤り検出単位毎に異なる復調パターンを用いて独立に前記データに復調処理を行って受信データを得る手段と、

を具備することを特徴とする受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル無線通信システムにおいて使用される新規な適応変調通信システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年のインターネット関連技術の発達に伴い、インターネットで音楽配信などの種々のサービスを提供できるようになってきている。このようなサービスでは、下り回線の伝送量が非常に多くなる。下り回線の伝送量が多いサービスを実現するために、下り回線における高速伝送に大きな期待が寄せられている。そして、この下り回線における高速伝送について、さまざまな技術開発が行われている。そこで、送信側で変調方式を適応的に変化させて、効率良くデータ伝送を行う適応変調通信システムが行われている。

【0003】 従来の適応変調通信システムについて、図 21 を用いて説明する。図 21 に示す適応変調通信システムでは、送信側装置の回線品質推定部 2101 で受信信号を用いて回線品質が推定される。この推定された回線推定情報が変調多値数決定部 2102 に送られる。変調多値数決定部 2102 では、回線品質情報に基づいて変調多値数を決定する。例えば、変調多値数決定部 2102 は、回線品質が良い場合には、多値数を大きくし、回線品質が悪い場合には、多値数を小さくする。この変調多値数の報知信号は、バッファ 2105 に出力されると共に、変調部 2106-2 に出力される。

【0004】 送信データは、誤り検出ビット付加部 2103 に送られ、そこで誤り検出ビットが付加される。誤り検出ビットが付加された送信データは、誤り訂正符号化部 2104 に送られて、誤り訂正符号化される。誤り訂正符号化された送信データは、バッファ 2105 に送られて格納される。

【0005】 バッファ 2105 には、変調多値数決定部 2102 から出力された多値数報知信号が入力される。送信データは、多値数報知信号に基づいて、決定された変調方式の変調単位毎に変調部 2106-1 に出力される。

【0006】 変調部 2106-2 では、多値数報知信号に対して変調処理を施して、加算器 2107 に出力する。変調部 2106-1 では、バッファ 2105 から出力された送信データに対して変調処理を施して、加算器 2107 に出力する。加算器 2107 では、多値数報知信号及び送信データが多重される。

【0007】 多重された信号は、無線送信部 2108 に出力され、無線送信部 2108 において所定の無線送信処理（例えば D/A 変換、アップコンバート）された後に、アンテナ 2109 を介して受信側装置（通信相手）に無線送信される。

【0008】送信側装置から送信された信号は、受信側装置においてアンテナ2112を介して無線受信部2113で受信される。無線受信部2113では、受信信号に対して所定の無線受信処理（例えばダウンコンバート、A/D変換など）が行われる。

【0009】無線受信処理された信号は、多値数報知信号とデータとに分離され、それぞれ復調部2114に出力される。すなわち、データは復調部2114-1に出力され、多値数報知信号は復調部2114-2に出力される。復調部2114-2では、多値数報知信号を復調して、送信側装置での変調方式の情報（多値数）を得る。この変調方式の情報は、復調部2114-1に出力される。

【0010】復調部2114-1では、復調部2114-2から出力された変調方式の情報にしたがってデータに対して復調を行う。復調後のデータは、誤り訂正復号化部2115に出力され、そこで誤り訂正復号される。その後、誤り訂正復号されたデータは、誤り検出部2116に出力され、そこで誤り検出が行われる。誤り検出部2116の出力が受信データとなる。また、誤り検出部2116の検出結果（誤りが検出された際の結果）は再送要求信号として変調部2117に出力される。

【0011】変調部2117では、送信データと共に再送要求信号が変調される。変調された信号は、無線送信部2118に出力される。無線送信部2118では変調後の信号に対して所定の無線送信処理を施す。無線送信処理された信号は、アンテナ2112を介して送信側装置（通信相手）に送信される。

【0012】この再送要求信号を含む信号は、アンテナ2109を介して無線受信部2110で受信される。無線受信部2110では、受信信号に対して所定の無線受信処理が行われる。無線受信処理された信号は、復調部2111に出力される。復調部2111では、データと再送要求信号が復調され、データは受信データとなり、再送要求信号はバッファ2105に出力される。バッファ2105は、再送要求信号にしたがって再送対象となるデータを変調部2106-1に出力する。

【0013】このように、上述した適応変調通信システムにおいては、変調方式を適応的に変えて送信を行う際に、変調方式の情報（多値数など）を送信信号に多重して送信を行っている。これにより、受信側では、変調方式が適応的に変更されても、変調方式の情報にしたがって復調を行うことができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の適応変調通信システムにおいては、変調方式の情報（多値数報知信号）を送信側装置から受信側装置に通知しなければ、受信側装置では、データを復調することができない。したがって、この多値数報知信号の情報は、かなり高い品質で伝送する必要がある。また、多値数報知信

号の復調がなされなければデータの復調を開始することができない上に、多値数報知信号に誤りがあるとデータの品質が高くても受信不可能となる。

【0015】一方、受信側装置において、信号の分散などで送信側装置で用いた変調方式を判定する方法も考えられているが、この方法では検出精度が低く、あまり実用的ではない。

【0016】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、適応変調通信を行う場合において、変調方式などの情報を通知することなしに、受信側で良好に復調を行うことができる適応変調通信システムを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の適応変調通信システムは、変調方式を伝送単位で適応的に変更する適応変調通信システムであって、送信側装置において、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位を設定し、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを送信し、受信側装置において、前記誤り検出単位毎に異なる復調パターンを用いて独立に復調処理を行って受信データを得る構成を採る。

【0018】この構成によれば、送信側装置で多値変調方式のうちいずれの変調方式を用いて送信を行っても、受信側装置で同じ復調方法でデータの復調を行うことができる。すなわち、復調側で復調できる多値数よりも少ない多値数で送信が行われても、実際に送信されただけの単位のデータを正確に復調することができる。これにより、受信側装置は、送信側装置での変調方式を知らずに（全く意識せずに）、送信されただけのデータを復調することができる。

【0019】その結果、送信側装置から受信側装置への変調方式の通知（多値数報知信号）が不要となり、下り回線のリソースを有効に使用することができる。また、送信側装置から受信側装置への変調方式の通知が不要であるため、従来のように多値数報知信号を復調してからデータを復調するまでの時間を削減することができ、データの遅延を減少することができる。さらに、再送要求の遅延を短縮することができる。

【0020】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、変調方式は、信号点の数の平方根が整数である多値数の変調方式の中で適応的に変更される構成を採る。

【0021】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、変調方式は、信号点の数の平方根が整数でない多値数の変調方式の中で適応的に変更される構成を採る。

【0022】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、変調方式は、信号空間ダイアグラムにおける原点を通る位相判定軸を用いた多値変調方式の中で適応的に変更される構成を採る。

【0023】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、信号空間ダイアグラムにおける原点を通る位相判定軸を用いた多値変調方式は、振幅方向の識別も行う変調方式である構成とを採る。

【0024】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、複数ビット毎にまとめて誤り訂正符号化を行い、受信側で誤り検出を行うことにより、送信側から送信されたビットを有効ビットと検出する構成を採る。

【0025】これらの構成によれば、どの変調方式で送信しているかを通信相手から通知することなしに、正確に復調処理を行うことが可能となる。

【0026】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、同相軸方向の信号点の数と直交軸方向の信号点の数の差が小さくなるように信号点の配置を設定する構成を採る。これにより、同相軸方向の信号点の数と直交軸方向の信号点の数の差がある場合に伝送効率を向上させることができる。

【0027】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、最も多値数が大きい変調方式の信号空間ダイアグラムにおいて最大振幅の中間値を用いてパイロットの位置を設定する構成を採る。

【0028】この構成によれば、いずれの変調方式であってもパイロットを共通して使用することができ、いずれの変調方式でも同様にパイロットを受信することができる。

【0029】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、誤り検出単位毎に再送要求を行う構成を採る。

【0030】本発明の適応変調通信システムは、上記構成において、変調方式を、再送要求から推定した回線品質に基づいて適応的に変更する構成を採る。

【0031】本発明の送信装置は、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位を設定する手段と、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを送信する手段と、を具備する構成を採る。

【0032】本発明の受信装置は、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位で誤り検出処理を施したデータを受信する手段と、誤り検出単位毎に異なる復調パターンを用いて独立に前記データに復調処理を行って受信データを得る手段と、を具備する構成を採る。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】本発明者は、多値変調の信号空間ダイアグラムにおけるビット単位のマッピング状態に着目し、所定の単位毎に復調パターンを決めておくことにより、送信側装置で用いた変調方式に拘わりなく、復調が可能であることを見出し、本発明をするに至った。

【0034】すなわち、本発明の骨子は、変調方式を伝送単位で適応的に変更する適応変調通信システムであって、送信側装置において、ビット位置に対応して異なる誤り検出単位を設定し、ビット位置に対応して異なる誤

り検出単位で誤り検出処理を施したデータを送信し、受信側装置において、誤り検出単位毎に異なる復調パターンを用いて独立に復調処理を行って受信データを得ることである。

【0035】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態に係る適応変調通信システムの構成を示すブロック図である。

【0036】図1に示す適応変調通信システムでは、送信側装置の回線品質推定部101で受信信号を用いて回線品質が推定される。この推定された回線推定情報の変調多値数決定部102に送られる。変調多値数決定部102では、回線品質情報に基づいて変調多値数を決定する。例えば、変調多値数決定部102は、回線品質が良い場合には、多値数を大きくし、回線品質が悪い場合には、多値数を小さくする。この変調多値数の情報は、バッファ105に出力されると共に、変調部106に出力される。

【0037】送信データは、誤り検出ビット付加部103に送られ、そこで所定の単位毎に誤り検出ビットが付加される。誤り検出ビットが付加された送信データは、誤り訂正符号化部104に送られて、誤り訂正符号化される。誤り訂正符号化された送信データは、バッファ105に送られて格納される。

【0038】バッファ105には、変調多値数決定部102から出力された多値数情報が入力される。送信データは、多値数情報に基づいて、決定された変調方式の変調単位毎に変調部106に出力される。

【0039】変調部106では、多値数情報に対して変調処理を施して、変調後の信号を無線送信部107に出力する。送信信号は、無線送信部107において所定の無線送信処理(例えばD/A変換、アップコンバート)された後に、アンテナ108を介して受信側装置(通信相手)に無線送信される。

【0040】受信側装置から送信された信号は、受信側装置においてアンテナ111を介して無線受信部112で受信される。無線受信部112では、受信信号に対して所定の無線受信処理(例えばダウンコンバート、A/D変換など)が行われる。

【0041】無線受信処理された信号は、所定の単位毎に、すなわち誤り検出ビットを付加した単位毎に、それぞれ復調部113-1~113-nに出力される。それぞれの復調部113-1~113-nでは、所定の単位毎にそれぞれの復調パターンにしたがって復調が行われる。

【0042】復調されたデータは、それぞれ誤り訂正復号化部114-1~114-nに出力され、そこで誤り訂正復号される。その後、誤り訂正復号されたデータは、それぞれ誤り検出部115-1~115-nに出力され、そこで誤り検出が行われる。誤り検出部115-

1~115-nの出力が受信データとなる。また、誤り検出部115-1~115-nの検出結果(誤りが検出された際の結果)は再送要求信号として変調部116に出力される。

【0043】変調部116では、送信データと共に再送要求信号が変調される。変調された信号は、無線送信部117に出力される。無線送信部117では変調後の信号に対して所定の無線送信処理を施す。無線送信処理された信号は、アンテナ111を介して送信側装置(通信相手)に送信される。

【0044】この再送要求信号を含む信号は、アンテナ108を介して無線受信部109で受信される。無線受信部109では、受信信号に対して所定の無線受信処理が行われる。無線受信処理された信号は、復調部110に出力される。復調部110では、データと再送要求信号が復調され、データは受信データとなり、再送要求信号はバッファ105に出力される。バッファ105は、再送要求信号にしたがって再送対象となるデータを変調部106に出力する。

【0045】次に、上記構成を有する適応変調通信システムにおける動作について説明する。まず、送信側装置では、送信データを所定の単位に区切り、誤り検出ビット付加部103において、単位毎にCRC(Cyclic Redundancy Check)などの誤り検出ビットを付加する。

【0046】ここで、所定の単位は、多値変調する場合において変調方式で単位数が異なるように設定する。すなわち、変調方式により、異なる誤り検出単位になるようにする。例えば、BPSKでは1スロットで1単位を伝送単位とし、QPSKでは1スロットで2単位を伝送単位とし、8値QAMでは1スロットで3単位を伝送単位とし、16値QAMでは1スロットで4単位を伝送単位とし、32値QAMでは1スロットで5単位を伝送単位とし、64値QAMでは1スロットで6単位を伝送単位として、伝送単位を同時に伝送する。各単位は、それぞれ独立に誤り検出が可能である。このようにすることで、誤り訂正や誤り検出が一通りで済み、かつ変調方式による伝送レートの違いを同時に送信する伝送単位の数で表現できるために、多値変調を行う際のリソース割り当てが容易になる。

【0047】上記単位は、1ビットで設定しても良く、2ビット以上をまとめて設定しても良い。例えば、64値QAMの場合、1スロットで6単位であり、この1単位を1ビットに設定し、1ビット毎に誤り検出ビットを付加しても良く、1単位を2ビット以上で設定し、単位ごとに誤り検出ビットを付加しても良い。具体的には、2ビットを1単位として、QPSKで1スロットで1単位を伝送単位とし、16値QAMで2単位を伝送単位とし、64値QAMで3単位を伝送単位とし、同時に伝送するようにしても良い。このようにすることで、より少ない候補を用いて、多値変調を行う際のリソース割り当

てを容易に行うことができる。

【0048】上述したように誤り検出ビットを付加された送信データは、誤り訂正符号化部104で所定の誤り訂正符号化処理が行われた後に、バッファ105に出力される。バッファ105には、受信信号に基づいて推定された回線品質から決定された変調多値数の情報(変調方式の情報)が入力される。そして、バッファ105は、変調多値数の情報に基づいて、決定された変調方式の伝送単位毎に送信データを変調部106に出力する。

10 【0049】この送信データは、変調部106で変調され、無線送信部107で所定の無線送信処理がなされた後に、アンテナ108から受信側装置(通信相手)に無線送信される。

【0050】受信側装置では、送信側装置で設定した単位毎にデータを復調部113-1~113-nに出力し、それぞれの復調部113-1~113-nでそれぞれの復調パターンにしたがってデータに対して復調処理を行う。

20 【0051】ここで、まず、送信側装置で変調方式を64値QAMに決定し、1単位を1ビットに設定して、6単位を1伝送単位として送信を行った、すなわち、各ビット毎に誤り検出ビットを付加して6ビットを1伝送単位として送信したと仮定して説明する。

30 【0052】図2は、64値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図3は、本発明の適応変調通信システムにおける64値QAMに対する復調方法を説明するための図である。図2において、最上位ビット(向かって左端のビット)S0に着目すると、縦軸(Q軸)の左側が0であり、縦軸の右側が1である。したがって、S0については、図3(a)に示すように、縦軸を挟んで左側の領域301と縦軸を挟んで右側の領域302とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域301であれば0と復調し、縦軸を挟んで右側の領域302であれば1と復調することができる。

40 【0053】図2において、2番目に上位のビット(向かって左から2番目のビット)S1に着目すると、横軸(I軸)の上側が0であり、横軸の下側が1である。したがって、S1については、図3(b)に示すように、横軸を挟んで左側の領域303と横軸を挟んで下側の領域304とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を挟んで上側の領域303であれば0と復調し、横軸を挟んで下側の領域304であれば1と復調することができる。

50 【0054】図2において、3番目に上位のビット(向かって左から3番目のビット)S2に着目すると、縦軸(Q軸)から等距離だけ横方向に離れた軸(横方向において信号点の中間の軸)を境に両側が0であり、縦軸を含む中央が1である。したがって、S2については、図3(c)に示すように、縦軸から等距離だけ横方向に離

れた軸を境に両側の領域 305 と縦軸を含む中央の領域 306 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域 305 であれば 0 と復調し、縦軸を含む中央の領域 306 であれば 1 と復調することができる。

【0055】図 2 において、4 番目に上位のビット（向かって左から 4 番目のビット）S3 に着目すると、横軸（I 軸）から等距離だけ縦方向に離れた軸（縦方向において信号点の中間の軸）を境に両側が 0 であり、横軸を含む中央が 1 である。したがって、S3 については、図 3（d）に示すように、横軸から等距離だけ縦方向に離れた軸を境に両側の領域 307 と横軸を含む中央の領域 308 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸から等距離だけ縦方向に離れた軸を境に両側の領域 307 であれば 0 と復調し、横軸を含む中央の領域 306 であれば 1 と復調することができる。

【0056】図 2 において、5 番目に上位のビット（向かって左から 5 番目のビット）S4 に着目すると、縦軸（Q 軸）を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第 1 領域が 0 であり、この第 1 領域と横方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域が 1 であり、さらに第 2 領域の外側の第 3 領域が 0 である。したがって、S4 については、図 3（e）に示すように、縦軸を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第 1 領域 309 と、この第 1 領域 309 と横方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域 310 と、第 2 領域 310 の外側の第 3 領域 309 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第 1 領域 309 であれば 0 と復調し、第 1 領域 309 と横方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域 310 であれば 1 と復調し、第 2 領域 310 の外側の第 3 領域 309 であれば 0 と復調することができる。

【0057】図 2 において、最下位のビット（向かって左から 6 番目のビット）S5 に着目すると、横軸（I 軸）を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第 1 領域が 0 であり、この第 1 領域と縦方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域が 1 であり、さらに第 2 領域の外側の第 3 領域が 0 である。したがって、S5 については、図 3（f）に示すように、横軸を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第 1 領域 311 と、この第 1 領域 311 と縦方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域 312 と、第 2 領域 312 の外側の第 3 領域 311 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第 1 領域 311 であれば 0 と復調し、第 1 領域 311 と縦方向の幅が同じである第 1 領域の両側の第 2 領域 312 であれば 1 と復調し、第 2 領域 312 の外側の第 3 領域 311 であれば 0 と復調することができる。

【0058】このように、復調部 113-1~113-n では、上述したそれぞれの復調パターンにしたがってデータに対して復調処理を行う。これにより、64 値 QAM の復調を変調方式の情報（多値数報知信号）を用いることなく行うことができる。

【0059】次に、このような復調部 113-1~113-n を用いて、送信側装置から 16 値 QAM のデータが送信されてきた場合の復調について説明する。図 4 は、16 値 QAM の信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図 5 は、本発明の適応変調通信システムにおける 16 値 QAM に対する復調方法を説明するための図である。図 4 において、黒点は 16 値 QAM の信号点を示し、白点は 64 値 QAM の信号点を示す。

【0060】図 4 において、最上位ビット（向かって左端のビット）S0 に着目すると、縦軸（Q 軸）の左側が 0 であり、縦軸の右側が 1 である。したがって、S0 については、図 5（a）に示すように、縦軸を挟んで左側の領域 501 と縦軸を挟んで右側の領域 502 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域 501 であれば 0 と復調し、縦軸を挟んで右側の領域 502 であれば 1 と復調することができる。

【0061】図 4 において、2 番目に上位のビット（向かって左から 2 番目のビット）S1 に着目すると、横軸（I 軸）の上側が 0 であり、横軸の下側が 1 である。したがって、S1 については、図 5（b）に示すように、横軸を挟んで左側の領域 503 と横軸を挟んで下側の領域 504 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を挟んで上側の領域 503 であれば 0 と復調し、横軸を挟んで下側の領域 504 であれば 1 と復調することができる。

【0062】図 4 において、3 番目に上位のビット（向かって左から 3 番目のビット）S2 に着目すると、縦軸（Q 軸）から等距離だけ横方向に離れた軸（横方向において信号点の中間の軸）を境に両側が 0 であり、縦軸を含む中央が 1 である。したがって、S2 については、図 5（c）に示すように、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域 505 と縦軸を含む中央の領域 506 とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域 505 であれば 0 と復調し、縦軸を含む中央の領域 506 であれば 1 と復調することができる。

【0063】図 4 において、4 番目に上位のビット（向かって左から 4 番目のビット）S3 に着目すると、横軸（I 軸）から等距離だけ縦方向に離れた軸（縦方向において信号点の中間の軸）を境に両側が 0 であり、横軸を含む中央が 1 である。したがって、S3 については、図 5（d）に示すように、横軸から等距離だけ縦方向に離れた軸を境に両側の領域 507 と横軸を含む中央の領域

11

508とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸から等距離だけ縦方向に離れた軸を境に両側の領域507であれば0と復調し、横軸を含む中央の領域506であれば1と復調することができる。

【0064】すなわち、S0～S3については、64値QAMの復調パターンを用いて64値QAMとまったく同じように復調を行うことができる。これにより、16値QAMの復調についても変調方式の情報（多値数報知信号）を用いることなく行うことができる。

【0065】ただし、64値QAMの復調においてS4、S5を復調していた復調部の出力は、もともとデータが存在していないため、図5(e)、図5(f)に示す領域509～512を用いることができず、その復調部に対応する誤り検出部で誤りが検出される。そして、S4、S5について、再送が要求されることになる。この再送については、後述する。

【0066】次に、このような復調部113-1～113-nを用いて、送信側装置からQPSKのデータが送信されてきた場合の復調について説明する。図6は、QPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図7は、本発明の適応変調通信システムにおけるQPSKに対する復調方法を説明するための図である。図6において、黒点はQPSKの信号点を示し、白点は64値QAMの信号点を示す。

【0067】図6において、最上位ビット（向かって左端のビット）S0に着目すると、縦軸（Q軸）の左側が0であり、縦軸の右側が1である。したがって、S0については、図7(a)に示すように、縦軸を挟んで左側の領域701と縦軸を挟んで右側の領域702とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域701であれば0と復調し、縦軸を挟んで右側の領域702であれば1と復調することができる。

【0068】図6において、2番目に上位のビット（向かって左から2番目のビット）S1に着目すると、横軸（I軸）の上側が0であり、横軸の下側が1である。したがって、S1については、図7(b)に示すように、横軸を挟んで左側の領域703と横軸を挟んで下側の領域704とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を挟んで上側の領域703であれば0と復調し、横軸を挟んで下側の領域704であれば1と復調することができる。

【0069】すなわち、S0、S1については、64値QAMの復調パターンを用いて64値QAMとまったく同じように復調を行うことができる。これにより、QPSKの復調についても変調方式の情報（多値数報知信号）を用いることなく行うことができる。

【0070】ただし、64値QAMの復調においてS2～S5を復調していた復調部の出力は、もともとデータ

(7)

12

が存在していないため、図7(c)～図7(f)に示す領域705～712を用いることができず、その復調部に対応する誤り検出部で誤りが検出される。そして、S2～S5について、再送が要求されることになる。この再送については、後述する。

【0071】次に、受信側装置で誤り検出部で誤りが検出された場合の再送について説明する。本発明の適応変調通信システムにおいては、通常の誤りにより再送する場合と、復調可能な変調多値数よりも少ない変調多値数のデータを復調したときに生じる再送の場合と2種類の再送が考えられる。通常の誤りによる再送は、誤り検出部で誤りが検出されたときに、その伝送単位について再送する旨の再送要求信号を送信側装置に送信することにより行う。送信側装置では、再送要求信号にしたがって再送すべき伝送単位のデータを再送する。

【0072】ここで、本発明の適応変調通信システムにおいて特有である、復調可能な変調多値数よりも少ない変調多値数のデータを復調したときに生じる再送について、図8を用いて説明する。

【0073】図8は、送信側装置でQPSK、16値QAM、64値QAMの変調方式で伝送単位で変調方式を切替ながら#1～#19のデータを送信する場合について示している。図8中、「Q」はQPSKを示し、「16」は16値QAMを示し、「64」は64値QAMを示す。なお、#1～#19のデータは2ビットで1単位を示しており、QPSKでは1単位を伝送単位とし、16値QAMでは2単位を伝送単位とし、64値QAMでは3単位を伝送単位としている。また、1単位毎に誤り検出ビットが付加されている。なお、受信側装置では、64値QAMに対応する（3単位までを伝送単位とすることができる）復調部を備えているとする。

【0074】まず、初めの伝送単位で送信側装置(Tx)がQPSKでデータ#1を送信した場合、受信側装置(Rx)では、データ#1が上述したようにして復調される。このとき、受信側装置では、上述したようにデータ#2、#3が誤りとして検出される。そして、受信側装置からデータ#2、#3を再送する旨の再送要求信号が送信側装置に送信される。送信側装置では、次に送信するデータがデータ#2からであるので、そのまま#2から送信を行う。

【0075】次の伝送単位で、16値QAMでデータ#2、#3を送信した場合、受信側装置(Rx)では、データ#2、#3が上述したようにして復調される。このとき、受信側装置では、上述したようにデータ#4が誤りとして検出される。そして、受信側装置からデータ#4を再送する旨の再送要求信号が送信側装置に送信される。送信側装置では、次に送信するデータがデータ#4からであるので、そのまま#4から送信を行う。

【0076】このように、復調可能な変調多値数よりも少ない変調多値数のデータを復調したときに再送が生じ



ても、送信側装置では付加的な処理を行うことなしでデータの送信を行うことができる。

【0077】次に、上記復調可能な変調多値数よりも少ない変調多値数のデータを復調したときに生じる再送と通常の再送が両方発生する場合について、図9を用いて説明する。

【0078】図9は、送信側装置でQPSK、16値QAM、64値QAMの変調方式で伝送単位で変調方式を切替ながら#1～#16のデータを送信する場合について示している。図9中、「Q」はQPSKを示し、「16」は16値QAMを示し、「64」は64値QAMを示す。なお、#1～#16のデータは2ビットで1単位を示しており、QPSKでは1単位を伝送単位とし、16値QAMでは2単位を伝送単位とし、64値QAMでは3単位を伝送単位としている。また、1単位毎に誤り検出ビットが付加されている。なお、受信側装置では、64値QAMに対応する（3単位までを伝送単位とすることができる）復調部を備えているとする。

【0079】まず、初めの伝送単位で送信側装置（Tx）がQPSKでデータ#1を送信した場合、受信側装置（Rx）では、データ#1が上述したようにして復調される。このとき、受信側装置では、上述したようにデータ#2、#3が誤りとして検出される。そして、受信側装置からデータ#2、#3を再送する旨の再送要求信号が送信側装置に送信される。送信側装置では、次に送信するデータがデータ#2からであるので、そのまま#2から送信を行う。

【0080】次の伝送単位で、16値QAMでデータ#2、#3を送信した場合、受信側装置（Rx）では、データ#3が上述したようにして復調され、データ#2が誤ったとする。このとき、受信側装置では、上述したようにデータ#2、#4が誤りとして検出される。そして、受信側装置からデータ#2、#4を再送する旨の再送要求信号が送信側装置に送信される。送信側装置では、次に送信するデータがデータ#4からであるので、誤ったデータ#2と共に#4から送信を行う。

【0081】5番目の伝送単位で、64値QAMでデータ#7～#9を送信した場合、受信側装置（Rx）では、データ#7、#9が上述したようにして復調され、データ#8が誤ったとする。このとき、受信側装置では、データ#8が誤りとして検出される。そして、受信側装置からデータ#8を再送する旨の再送要求信号が送信側装置に送信される。送信側装置では、次に送信するデータがデータ#10からであるので、誤ったデータ#8と共に#10から送信を行う。

【0082】このように、復調可能な変調多値数よりも少ない変調多値数のデータを復調したときに再送が生じても、送信側装置では付加的な処理を行うことなしでデータの送信を行うことができる。さらに、通常の再送についても従来と同様に対応することが可能である。

【0083】本実施の形態によれば、送信側装置で64値QAMからQPSKまでの変調方式のうちいずれの変調方式を用いて送信を行っても、受信側装置で同じ復調方法でデータの復調を行うことができる。すなわち、復調側で復調できる多値数よりも少ない多値数で送信が行われても、実際に送信されただけの単位のデータを正確に復調することができる。これにより、受信側装置は、送信側装置での変調方式を知らずに（全く意識せずに）、送信されただけのデータを復調することができる。

【0084】その結果、送信側装置から受信側装置への変調方式の通知（多値数報知信号）が不要となり、下り回線のリソースを有効に使用することができる。また、送信側装置から受信側装置への変調方式の通知が不要であるため、従来のように多値数報知信号を復調してからデータを復調するまでの時間を削減することができ、データの遅延を減少することができる。さらに、再送要求の遅延を短縮することができる。

【0085】さらに、本実施の形態に係る適応変調通信システムでは、送信が行われていない場合にも、データ伝送成功が0単位となって、検出が可能となる。

【0086】本実施の形態における適応変調通信システムを容易にするために、信号空間ダイアグラムにおけるパイロットの配置を図2、図4、図6に示すようにする。例えば、最大の多値数を64値に設定した場合、図2及び図4に示すように、最も多値数が大きい変調方式の信号空間ダイアグラムにおいて最大振幅の中間（図中の×印）の位置の振幅・位相にパイロットを配置する。これにより、いずれの変調方式であってもパイロットを共通して使用することができ、いずれの変調方式でも同様にパイロットを受信することができる。

【0087】また、パイロットの配置について、最も多値数が大きい変調方式の信号空間ダイアグラムにおいて最大振幅の中間値から固定の位相回転を加えた値に設定したり、最大振幅の中間値から固定値倍の値に設定することにより、上記と同様に、いずれの変調方式であってもパイロットを共通して使用することができ、いずれの変調方式でも同様にパイロットを受信することができる。また、パイロットの配置に自由度を持たせることができるため、フレームフォーマットの決定を容易にすることができる。なお、QPSKなどの振幅に情報がない変調方式では、パイロットの振幅には制約がないので、より自由にパイロットを設定することができる。

【0088】（実施の形態2）本実施の形態では、変調方式が総信号点数の平方根が整数でない多値数の変調方式である場合、例えば32値QAM、8値QAM、BPSKである場合に適用することについて説明する。

【0089】通常、このような変調方式においては、図10、図12、図14の破線に示すように、信号点の配置は円に近くなるようにする。本実施の形態における適

応変調通信システムにおいて、32値QAMでは、図10に示すように、I（同相）軸方向に8点とQ（直交）軸方向に4点とする信号点配置とする。8値QAMでは、図12に示すように、I軸方向に4点とQ軸方向に2点とする信号点配置とする。BPSKでは、図14に示すように、I軸方向に2点とする信号点配置とする。すなわち、I軸上の信号点の数とQ軸上の信号点の数を異なる値にする。この場合、同じ軸上に配置する点の数は、効率良く信号点を配置するために、なるべく総信号点の平方根に近くなるようにする。例えば、8値QAMではI軸上に8つの信号点、Q軸上に1つの信号点とするのではなく、8値QAMではI軸上に4つの信号点、Q軸上に2つの信号点とする。同様に、32値QAMではI軸上に8つの信号点、Q軸上に4つの信号点とする。なお、I軸上の信号点の数とQ軸上の信号点の数の大小はいずれであっても良い。

【0090】次に、本実施の形態に係る適応変調通信システムの動作について説明する。送信側装置の動作については実施の形態1と同じであるので省略する。送信側装置から、変調方式が総信号点数の平方根が整数でない多値数の変調方式でデータが送信された場合の復調部での復調について説明する。ここでも、誤り検出単位毎に独立に復調を行い、独立に誤り検出を行う。これにより、変調多値数に応じた量の単位のデータを正しく伝送することができる。

【0091】図10は、32値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図11は、本発明の適応変調通信システムにおける32値QAMに対する復調方法を説明するための図である。図10において、黒点は32値QAMの信号点を示し、白点は64値QAMの信号点を示す。

【0092】図10において、最上位ビット（向かって左端のビット）S0に着目すると、縦軸（Q軸）の左側が0であり、縦軸の右側が1である。したがって、S0については、図11（a）に示すように、縦軸を挟んで左側の領域1101と縦軸を挟んで右側の領域1102とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域1101であれば0と復調し、縦軸を挟んで右側の領域1102であれば1と復調することができる。

【0093】図10において、2番目に上位のビット（向かって左から2番目のビット）S1に着目すると、横軸（I軸）の上側が0であり、横軸の下側が1である。したがって、S1については、図11（b）に示すように、横軸を挟んで左側の領域1103と横軸を挟んで下側の領域1104とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を挟んで上側の領域1103であれば0と復調し、横軸を挟んで下側の領域1104であれば1と復調することができる。

【0094】図10において、3番目に上位のビット

（向かって左から3番目のビット）S2に着目すると、縦軸（Q軸）から等距離だけ横方向に離れた軸（横方向において信号点の中間の軸）を境に両側が0であり、縦軸を含む中央が1である。したがって、S2については、図11（c）に示すように、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域1105と縦軸を含む中央の領域1106とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域1105であれば0と復調し、縦軸を含む中央の領域1106であれば1と復調することができる。

【0095】図10において、5番目に上位のビット（向かって左から5番目のビット）S4に着目すると、縦軸（Q軸）を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第1領域が0であり、この第1領域と横方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域が1であり、さらに第2領域の外側の第3領域が0である。したがって、S4については、図11（e）に示すように、縦軸を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第1領域1109と、この第1領域1109と横方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域1110と、第2領域1110の外側の第3領域1109とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を含み縦軸から等距離だけ横方向に離れた第1領域1109であれば0と復調し、第1領域1109と横方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域1110であれば1と復調し、第2領域1110の外側の第3領域1109であれば0と復調することができる。

【0096】図10において、最下位のビット（向かって左から6番目のビット）S5に着目すると、横軸（I軸）を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第1領域が0であり、この第1領域と縦方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域が1であり、さらに第2領域の外側の第3領域が0である。したがって、S5については、図11（f）に示すように、横軸を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第1領域1111と、この第1領域1111と縦方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域1112と、第2領域1112の外側の第3領域1111とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を含み横軸から等距離だけ縦方向に離れた第1領域1111であれば0と復調し、第1領域1111と縦方向の幅が同じである第1領域の両側の第2領域1112であれば1と復調し、第2領域1112の外側の第3領域1111であれば0と復調することができる。

【0097】すなわち、S0～S2、S4、S5については、64値QAMの復調パターンを用いて64値QAMとまったく同じように復調を行うことができる。これにより、32値QAMの復調についても変調方式の情報（多値数報知信号）を用いることなく行うことができ

る。

【0098】ただし、64値QAMの復調においてS3を復調していた復調部の出力は、もともとデータが存在していないため、図11(d)に示す領域1107、1108を用いることができず、その復調部に対応する誤り検出部で誤りが検出される。そして、S3について、再送が要求されることになる。この再送については、実施の形態1と同様に行われる。

【0099】次に、このような復調部を用いて、送信側装置から8値QAMのデータが送信されてきた場合の復調について説明する。図12は、8値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図13は、本発明の適応変調通信システムにおける8値QAMに対する復調方法を説明するための図である。図12において、黒点は16値QAMの信号を示し、白点は64値QAMの信号点を示す。

【0100】図12において、最上位ビット（向かって左端のビット）S0に着目すると、縦軸（Q軸）の左側が0であり、縦軸の右側が1である。したがって、S0については、図13(a)に示すように、縦軸を挟んで左側の領域1301と縦軸を挟んで右側の領域1302とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域1301であれば0と復調し、縦軸を挟んで右側の領域1302であれば1と復調することができる。

【0101】図12において、2番目に上位のビット（向かって左から2番目のビット）S1に着目すると、横軸（I軸）の上側が0であり、横軸の下側が1である。したがって、S1については、図13(b)に示すように、横軸を挟んで左側の領域1303と横軸を挟んで下側の領域1304とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、横軸を挟んで上側の領域1303であれば0と復調し、横軸を挟んで下側の領域1304であれば1と復調することができる。

【0102】図12において、3番目に上位のビット（向かって左から3番目のビット）S2に着目すると、縦軸（Q軸）から等距離だけ横方向に離れた軸（横方向において信号点の中間の軸）を境に両側が0であり、縦軸を含む中央が1である。したがって、S2については、図13(c)に示すように、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域1305と縦軸を含む中央の領域1306とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸から等距離だけ横方向に離れた軸を境に両側の領域1305であれば0と復調し、縦軸を含む中央の領域1306であれば1と復調することができる。

【0103】すなわち、S0～S2については、64値QAMの復調パターンを用いて64値QAMとまったく同じように復調を行うことができる。これにより、8値QAMの復調についても変調方式の情報（多値数報知信

号）を用いることなく行うことができる。

【0104】ただし、64値QAMの復調においてS3～S5を復調していた復調部の出力は、もともとデータが存在していないため、図13(d)～図13(f)に示す領域1307～1312を用いることができず、その復調部に対応する誤り検出部で誤りが検出される。そして、S3～S5について、再送が要求されることになる。この再送については、実施の形態1と同様に行われる。

10 【0105】次に、このような復調部を用いて、送信側装置からBPSKのデータが送信されてきた場合の復調について説明する。図14は、BPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。また、図15は、本発明の適応変調通信システムにおけるBPSKに対する復調方法を説明するための図である。図14において、黒点はBPSKの信号点を示し、白点は64値QAMの信号点を示す。

20 【0106】図14において、最上位ビット（向かって左端のビット）S0に着目すると、縦軸（Q軸）の左側が0であり、縦軸の右側が1である。したがって、S0については、図15(a)に示すように、縦軸を挟んで左側の領域1501と縦軸を挟んで右側の領域1502とで構成される復調パターンにより復調が可能となる。すなわち、縦軸を挟んで左側の領域1501であれば0と復調し、縦軸を挟んで右側の領域1502であれば1と復調することができる。

30 【0107】ただし、64値QAMの復調においてS1～S5を復調していた復調部の出力は、もともとデータが存在していないため、図15(b)～図15(f)に示す領域1503～1512を用いることができず、その復調部に対応する誤り検出部で誤りが検出される。そして、S1～S5について、再送が要求されることになる。この再送については、実施の形態1と同様に行われる。

【0108】本実施の形態によれば、送信側装置で32値QAMからBPSKまでの変調方式のうちいずれの変調方式を用いて送信を行っても、受信側装置で同じ復調方法でデータの復調を行うことができる。すなわち、復調側で復調できる多値数よりも少ない多値数で送信が行われても、実際に送信されただけの単位のデータを正確に復調することができる。これにより、受信側装置は、送信側装置での変調方式を知らずに（全く意識せず）に、送信されただけのデータを復調することができる。特に、本実施の形態と実施の形態1を組み合わせることにより、誤り検出の単位を1ビット毎に独立にすることができ、より細かい制御を行うことが可能となり、より効率良く伝送を行うことができる。

50 【0109】その結果、送信側装置から受信側装置への変調方式の通知（多値数報知信号）が不要となり、下り回線のリソースを有効に使用することができる。また、

送信側装置から受信側装置への変調方式の通知が不要であるため、従来のように多値数報知信号を復調してからデータを復調するまでの時間を削減することができ、データの遅延を減少することができる。さらに、再送要求の遅延を短縮することができる。

【0110】さらに、本実施の形態に係る適応変調通信システムでは、送信が行われていない場合にも、データ伝送成功が0単位となって、検出が可能となる。

【0111】本実施の形態における適応変調通信システムを容易にするために、信号空間ダイアグラムにおけるパイロットの配置を図10、図12、図14に示すようにする。例えば、最大の多値数を64値に設定した場合、図10及び図12に示すように、信号空間ダイアグラムにおいて各象限の中央（図中の×印）の位置の振幅・位相にパイロットを配置する。これにより、いずれの変調方式であってもパイロットを共通して使用することができ、いずれの変調方式でも同様にパイロットを受信することができる。

【0112】また、パイロットの配置について、各軸から特定の位相回転を加えた位置に設定したり、所定の振幅の固定値倍の位置に設定することにより、上記と同様に、いずれの変調方式であってもパイロットを共通して使用することができ、いずれの変調方式でも同様にパイロットを受信することができる。また、パイロットの配置に自由度を持たせることができるため、フレームフォーマットの決定を容易にすることができる。なお、BPSKなどの振幅に情報がない変調方式では、パイロットの振幅には制約がないので、より自由にパイロットを設定することができる。

【0113】（実施の形態3）本実施の形態においては、スター型16値QAMや16相PSKの変調方式に本発明の適応変調通信システムを適用した場合について説明する。ここでは、8相PSKを利用して、スター型16値QAMや16相PSKの変調方式に本発明の適応変調通信システムを適用する場合について説明する。

【0114】図16は、QPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図であり、図17は、8相PSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。図16において、1ビット（上位ビット）目に着目すると、横軸1602を境にして、横軸1602よりも上では0であり、横軸1602よりも下では1である。2ビット（下位ビット）目に着目すると、縦軸1601を境にして、縦軸1601よりも紙面向かって左では0であり、縦軸1601よりも紙面向かって右では1である。したがって、上記を判定することにより、QPSKの2ビットの情報を復調することができる。

【0115】図17においては、最上位ビットから2ビット目まではQPSKと同様にして復調することが可能である。最下位ビットについては、縦軸1601と横軸1602に対して45°の軸間で仕切られた領域170

1～1704で判定する。すなわち、領域1701、1703（縦軸1601の絶対値が横軸1602の絶対値より大きい領域）では0であり、領域1702、1704（縦軸1601の絶対値が横軸1602の絶対値より小さい領域）では1である。したがって、上記を判定することにより、8相PSKの3ビットの情報を復調することができる。

【0116】図18は、スター型16値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。図18においては、最上位ビットから3ビット目までは8相PSKと同様にして復調することが可能である。最下位ビットについては、振幅に対する所定のしきい値よりも大きいか小さいかにより判定する。すなわち、振幅に対する所定のしきい値よりも大きければ（外側の点線の円上であれば）0であり、振幅に対する所定のしきい値よりも小さければ（内側の点線の円上であれば）1である。したがって、上記を判定することにより、スター型16値QAMの4ビットの情報を復調することができる。

【0117】上記説明では、振幅に対するしきい値が一つである場合について説明しているが、本発明は、振幅に対するしきい値が複数である場合にも適用することができる。このように、振幅に対するしきい値を複数にして振幅方向の識別段階を複数にすることにより、さらに下位のビットまで振幅判定を行うことができ、より多くの多値数のスター型QAM変調信号を復調することが可能となる。なお、振幅に対して複数のしきい値を設定する場合に、どのしきい値をどのビットに対応させるかについては適宜変更することが可能である。

【0118】図19は、16相PSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図である。図19においては、最上位ビットから3ビット目までは8相PSKと同様にして復調することが可能である。最下位ビットについては、縦軸1601と横軸1602に対して22.5°と67.5°の軸間で仕切られた領域1901～1908で判定する。すなわち、領域1901、1903、1905、1907（22.5°と67.5°の軸間であって縦軸1601又は横軸1602を含む領域）では0であり、領域1902、1904、1906、1908（22.5°と67.5°の軸間であって縦軸1601又は横軸1602を含まない領域）では1である。したがって、上記を判定することにより、16相PSKの4ビットの情報を復調することができる。

【0119】上記説明では、最下位ビットに対する位相判定軸（信号空間ダイアグラムにおける原点を通る位相判定軸）が二つである場合について説明しているが、本発明は、最下位ビットに対する位相判定軸が三つ以上である場合にも適用することができる。このように、最下位ビットに対する位相判定軸を三つ以上にして位相判定の識別段階を複数にすることにより、さらに下位のビットまで位相判定を行うことができ、より多くの多値数の

多値位相変調信号を復調することが可能となる。なお、位相判定軸を複数に設定する場合に、どの位相判定軸をどのビットに対応させるかについては適宜変更することが可能である。

【0120】また、図18や図19に示すスター型QAMで変調された信号を復調できる復調器においては、より上位の変調方式（1シンボルに割り当てられるビット数が少ない変調方式）で変調された変調信号を復調することができる。例えば、スター型16値QAMで変調された変調信号を復調できる復調器においては、その復調器の復調能力で最も多値数の多い変調方式で、より上位の変調方式（例えばQPSKや8相PSK）で変調した変調信号を復調したとしても、送信されたビット分は復調することが可能である。なお、スター型QAMを用いた適応変調通信システムにおける位相判定や振幅判定は組み合わせて実施することができる。

【0121】次に、本実施の形態の適応変調通信システムで送信を行う場合について説明する。図20は、8相PSKで送信を行った場合を説明するための図である。図20において、S0～S2は、8相PSKにおける上位から3ビットに割り当てたビットを示す。24ビットの信号（0～23）に対して、それらを3つの組に分け、ビット0～7に対して誤り検出ビットC0～C2を付加し、ビット8～15に対して誤り検出ビットC3～C5を付加し、ビット16～23に対して誤り検出ビットC6～C8を付加して送信する。

【0122】受信側では、QPSK、8相PSK、スター型16値QAMのいずれの変調方式で送られるのかわかっていないとする。この場合、最も多値であるスター型16値QAMであるとして復調を行う。S0～S2はスター型16値QAMとして復調しても、上述したように正しく復調できるので、誤り検出がされない。しかしながら、S3は送っていないので誤り検出される。

【0123】したがって、受信側では、S0～S2のビット0～23のみを正しい信号として受け取る。このように、複数シンボルに渡って同じビット毎にまとめて誤り検出ビットを付加し、受信側で誤り検出をすることにより、送信したビットのみ有効なビットであることを検出することができる。このようにすれば、どの変調方式で送信しているかを通信相手から通知することなしに、正確に復調処理を行うことが可能となる。

【0124】上記説明においては、最も多値数の多い変調方式がスター型16値QAMであり、送信した変調信号が8相PSKで変調された信号である場合について説明しているが、本発明は、最も多値数の多い変調方式が16値を超える多値数の変調方式でも良く、スター型でない位相変調方式である場合にも適用することができる。さらに、位相方向と振幅方向の両方向に多値化する変調方式である場合にも同様に適用することができる。

【0125】上記実施の形態1～3において、送信側装

置において変調方式を時間的に変化させることが望ましい。これにより、回線の品質に応じて最適な変調方式でデータを伝送することができる。この場合においても、変調方式は受信側装置に通知する必要はない。この場合、受信SIR（Signal to Interference Ratio）、受信電界強度、誤り率、送信電力制御コマンドの観測などの回線品質情報に基づいて決定する。この回線品質は、受信側装置で測定して、その結果を報知した情報でも良い。また、TDD（Time Division Duplex）方式の場合は、上り回線と下り回線の回線状態がほぼ同じと考えられるので、反対側の回線の品質を測定した結果を用いても良い。

【0126】また、再送要求信号から回線品質を判断して、変調方式の変更に反映させるようにしても良い。すなわち、再送要求信号から回線品質を推定し、その推定結果に基づいて変調方式を適応的に変更しても良い。例えば16値QAMで送信したのに、再送要求が例えば3つ以上来た場合には、16値QAMが最適でなかったと判断して、それよりも多値数の少ない例えば8値QAMに切り替える。また、再送要求が2つならば送信したものは全て通ったと判断して、そのままの変調方式にするか、それ以上の多値数に変更する。

【0127】再送要求から回線品質を判断して変調方式の変更に反映させる場合において、過去の数回の再送要求結果を反映するようにしても良い。例えば、16値QAMで送信したときに、再送要求が4つ以上来た場合には16値QAMが最適でなかったと判断して、16値QAMよりも多値数の少ない、例えば8値QAMに切り替え、再送要求が3つ来た場合には、過去の再送要求を含めて判断し、3つ以上の再送要求が2回続いたら16値QAMよりも多値数の少ない、例えば8値QAMに切り替える。また、再送要求が2つならば送信したものは全て通ったと判断して、そのままの変調方式にするか、それ以上の多値数に変更する。

【0128】さらに、過去の数回の再送要求結果を反映させる場合、過去の再送要求数を平均した値を用いても良く、忘却係数を乗算して平均した値を用いても良い。また、変調方式の状態遷移図を作成して、それに従って変調方式を遷移させるようにしても良い。

【0129】上記実施の形態1～3では、変調方式の情報を送信側装置から全く送信しない場合について説明しているが、本発明においては、送信側装置で使用する変調方式の候補を、報知チャネルで報知するようにしても良い。例えば、基地局がBPSK、QPSK、8値QAM、16値QAMしか対応していない旨の情報を報知チャネルで報知する。これにより、通信端末では、32値QAMや64値QAM分の信号を受信しなくても良くなり、受信側装置では基地局が対応するだけの分の復調を行えば済むので、消費電力を軽減することができる。

【0130】また、受信側装置が、送信側装置とのプロ

トコルの送受信などのときに対応している変調方式を通知するようにしても良い。これにより、送信側装置は受信側装置で対応している変調方式の中からみ変調方式を選択して送信することができる。その結果、受信側装置の対応に応じて適宜上記実施の形態における制御を実施することができる。例えば、通信端末が16値QAMまでしか対応していない場合は、基地局はその通信端末に対してのみ16値QAMまでしか多値変調しない。その際に、64値QAMまで使用可能な状態であっても16値QAMまでしか使用しない。その場合は無線リソースを無駄にしたことになるので、そのような端末には課金などでペナルティを与えても良い。

【0131】また、候補となる変調方式を決定する場合に、送信側装置と受信側装置との間の平均的な回線状態によって決定しても良い。例えば、通信端末が基地局から遠い場所にいる場合において、基地局がBPSK〜8値QAMまでしか使用しそうもないと判断したときは、低速制御信号あるいは最初のプロトコルなどで、BPSK〜8値QAMで伝送を行う旨を通信端末に通知する。このようにすることにより、通信端末は、32値QAMや64値QAM分の信号を受信しなくても良くなり、無駄な消費電力を抑えることができる。

【0132】逆に、基地局直下の高品質な状態での通信時には、8値QAM〜64値QAMのみを候補とすることもできる。この範囲は、通信端末の移動などに伴って変化することが考えられるので、適宜設定し直して更新する。基地局は、過去の変調方式の選択ヒストグラムや、回線品質情報の統計や平均などを用いて、変調方式の候補範囲を決めることができる。また、データを長時間伝送しない場合に、長時間伝送しない旨を通知しておき、それに基づいて変調方式の候補範囲を決めるようにしても良い。

【0133】上記実施の形態1〜3において、再送による誤り訂正アルゴリズムについては特に制限はない。したがって、再送による誤り訂正アルゴリズムとしては、Stop and Wait ARQ、Go Back N ARQ、Selective Repeat ARQ、ハイブリッドARQなどを挙げることができる。

【0134】特に、ハイブリッドARQを用いる場合は、タイプIであれば、再送により同じ信号を送信するので、受信側装置では尤度で重み付けを行って振幅合成が可能である。

【0135】一方、タイプIIやタイプIIIでは、伝送における誤りによる再送なのか、多値数が低いため実際は伝送していないために受信できなかったことによる送信要求なのかの判別が必要となる。

【0136】送信側装置では、送信したデータが分かっているためこの判別は可能であるが、受信側装置では分かっているため、再送か初めての伝送かの両方を試してみる必要がある。この場合、再送時の情報量が通常の

送信データ量と異なる場合には、複数連送したり複数再送をまとめるなどによって情報量を合わせるなどの方策を採る。

【0137】本発明は上記実施の形態1〜3に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態においては、受信側装置の最大多値数が64値である場合について説明しているが、本発明は、受信側装置の最大多値数が64値を超える値、例えば128値、256値であっても同様に適用することができる。など性能によっていくらかでも候補にすることは可能である。したがって、実施の形態1、2で利用した多値数については特に限定はされない。

【0138】本発明の適応変調通信システムは、通信端末と基地局との間のデジタル無線通信システムや放送システムに適用することができる。

【0139】

【発明の効果】以上説明したように本発明の適応変調通信システムでは、送信側装置から受信側装置への変調方式などの情報の通知が不要なため、下り回線のリソースが有効に使用できる。また、変調方式などの情報を復調してからデータを復調するまでの時間を削減することができ、処理遅延を減少することができる。その結果、再送要求の遅延を短縮することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る適応変調通信システムの構成を示すブロック図

【図2】64値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図3】本発明の適応変調通信システムにおける64値QAMに対する復調方法を説明するための図

【図4】16値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図5】本発明の適応変調通信システムにおける16値QAMに対する復調方法を説明するための図

【図6】QPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図7】本発明の適応変調通信システムにおけるQPSKに対する復調方法を説明するための図

【図8】本発明の適応変調通信システムにおける送受信を説明するための図

【図9】本発明の適応変調通信システムにおける送受信を説明するための図

【図10】32値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図11】本発明の適応変調通信システムにおける32値QAMに対する復調方法を説明するための図

【図12】8値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図13】本発明の適応変調通信システムにおける8値QAMに対する復調方法を説明するための図

【図14】BPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図15】本発明の適応変調通信システムにおけるBPSKに対する復調方法を説明するための図

【図16】QPSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図17】8相PSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図18】スター型16値QAMの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図19】16相PSKの信号空間ダイアグラムを説明するための図

【図20】8相PSKで送信を行った場合を説明するための図

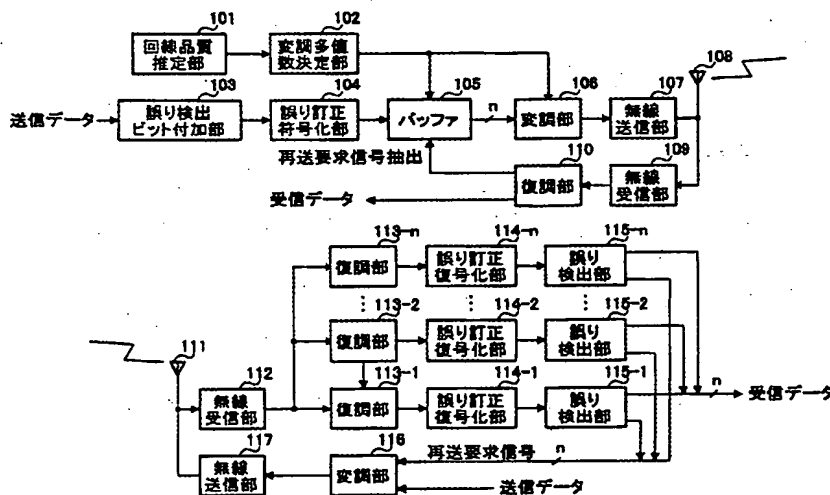
【図21】従来の適応変調通信システムの構成を示すブ

ロック図

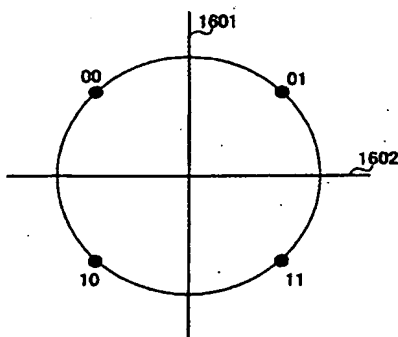
【符号の説明】

- 101 回線品質推定部  
102 変調多値数決定部  
103 誤り検出ビット付加部  
104 誤り訂正符号化部  
105 バッファ  
106, 116 変調部  
107, 117 無線送信部  
108, 111 アンテナ  
109, 112 無線受信部  
110, 113-1, 113-2~113-n 復調部  
114-1, 114-2~114-n 誤り訂正復号化部  
115-1, 115-2~115-n 誤り検出部

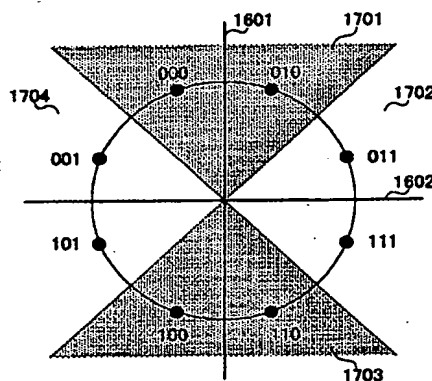
【図1】



【図16】



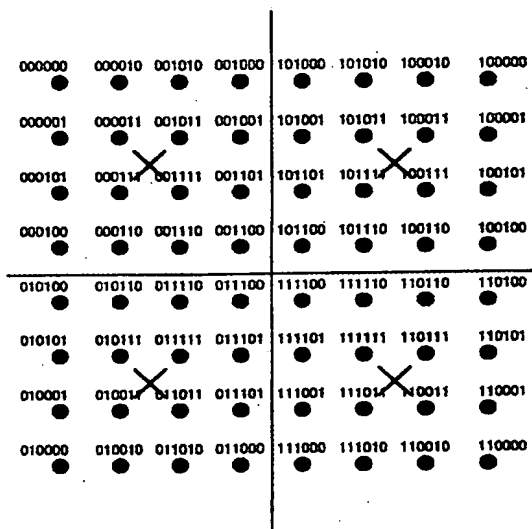
【図17】



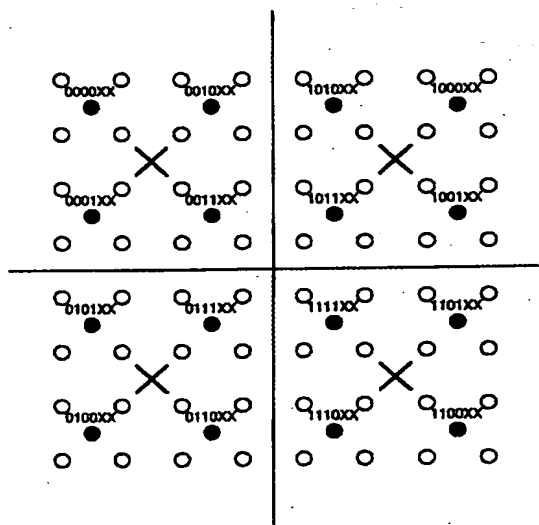
【図20】

S0	0	1	2	3	4	5	6	7	C0	C1	C2
S1	8	9	10	11	12	13	14	15	C3	C4	C5
S2	16	17	18	19	20	21	22	23	C6	C7	C8

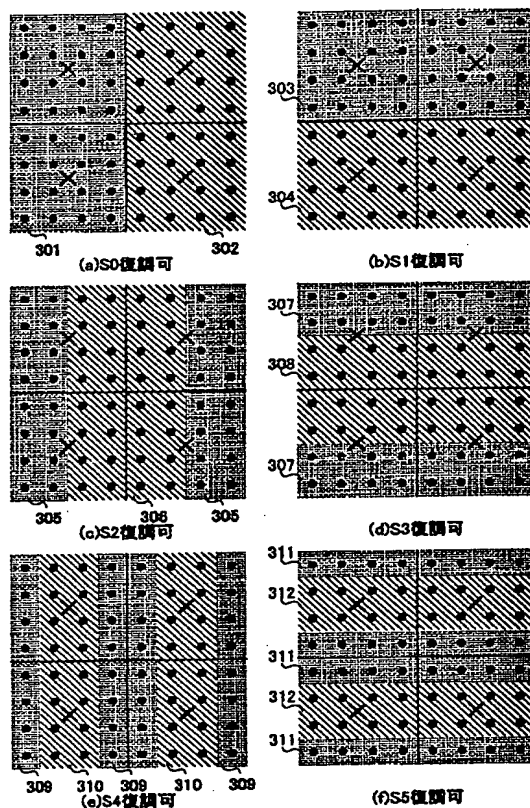
【図2】



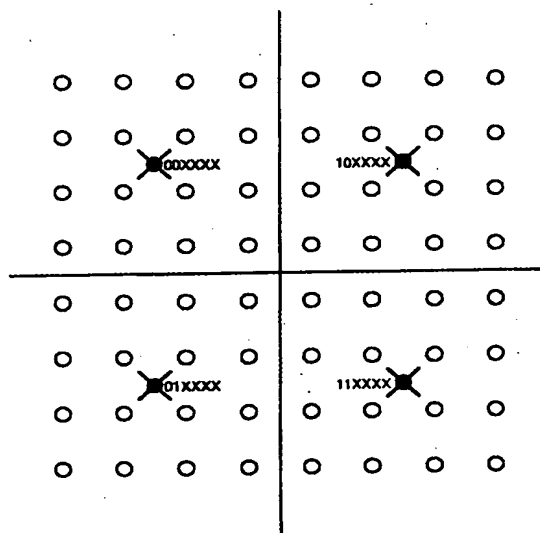
【図4】



【図3】

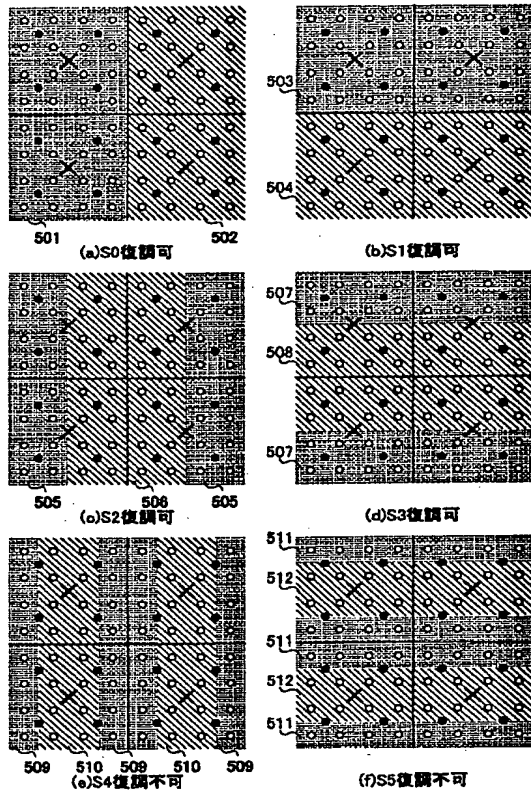


【図6】

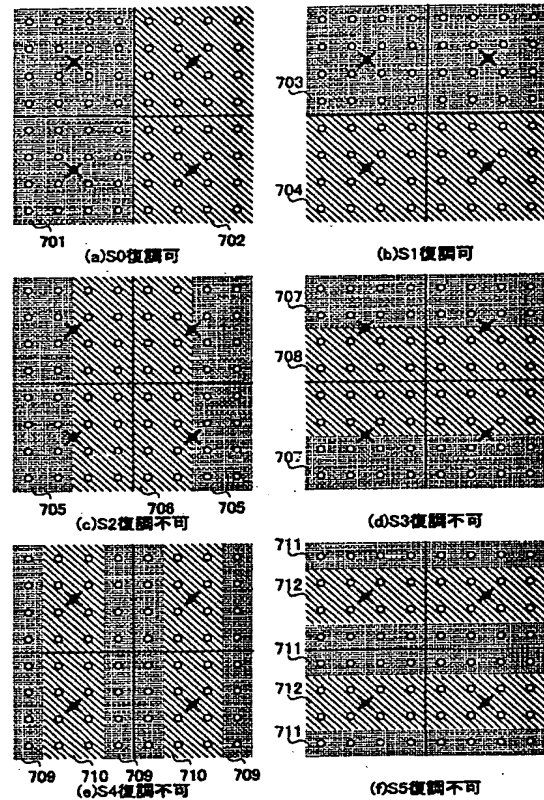




【図 5】



【図 7】



【図 8】

	Q	16	16	16	64	64	64	16	Q
TX	1	2	4	6	8	11	14	17	19
					9	12	15		
		3	5	7	10	13	16	18	

RX	1	2	4	6	8	11	14	17	19
	2	3	5	7	9	12	15	18	20
	3	4	6	8	10	13	16	19	21

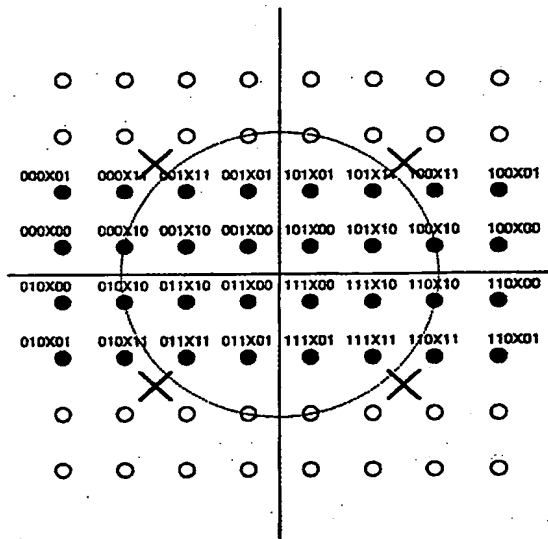
【図 9】

	Q	16	16	16	64	64	64	16	Q
TX	1	2	2	5	7	8	12	12	14
					8	10	13		
		3	4	6	9	11	14	13	

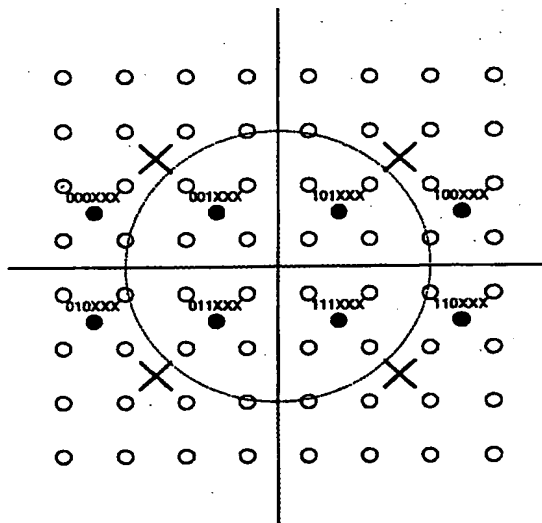
  

RX	1	2	2	5	7	8	12	12	14
	2	3	4	6	9	10	13	13	15
	3	4	5	7	9	11	14	14	16

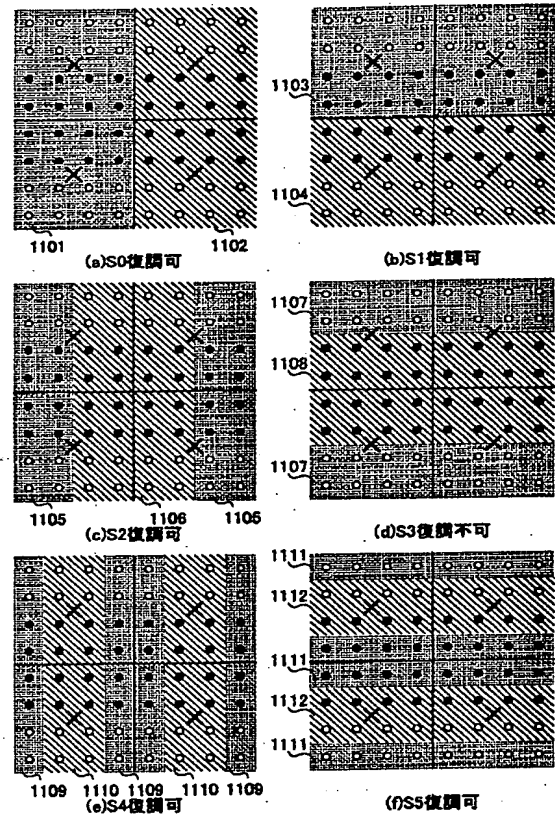
【図10】



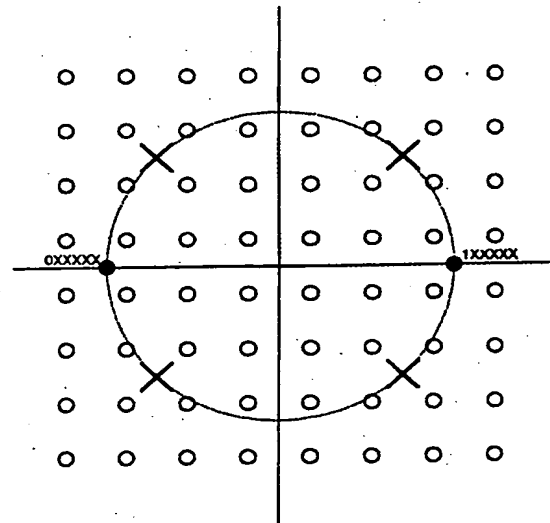
【図12】



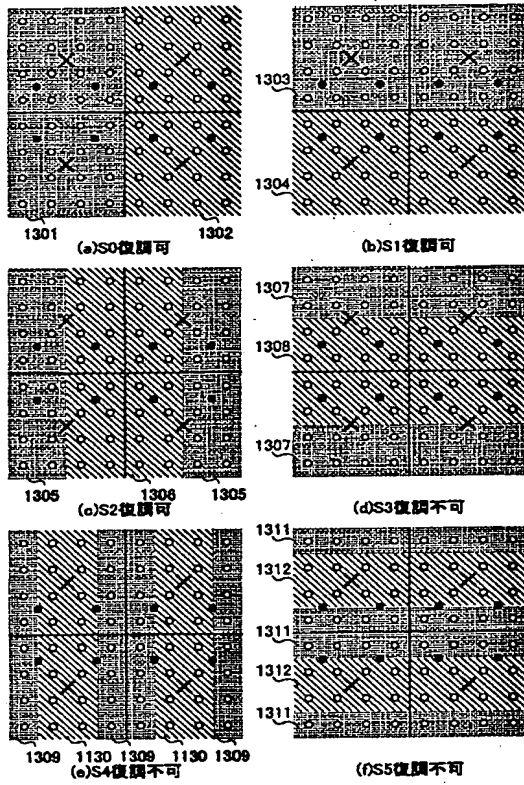
【図11】



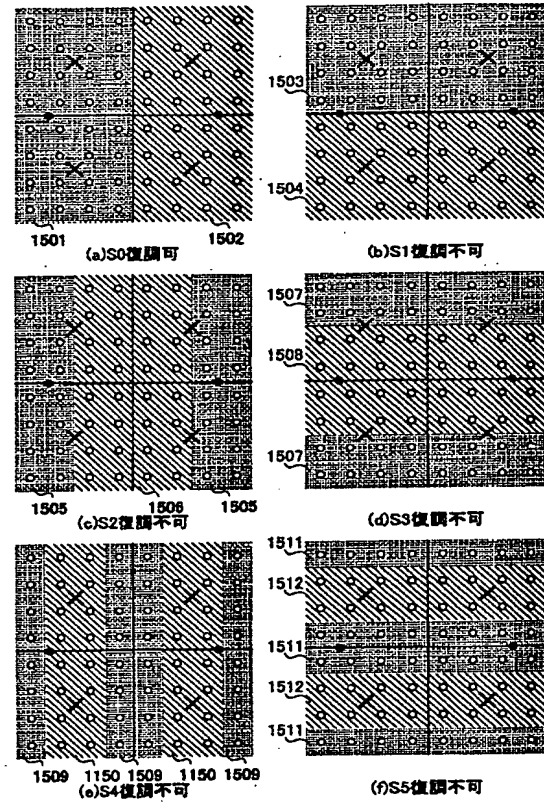
【図14】



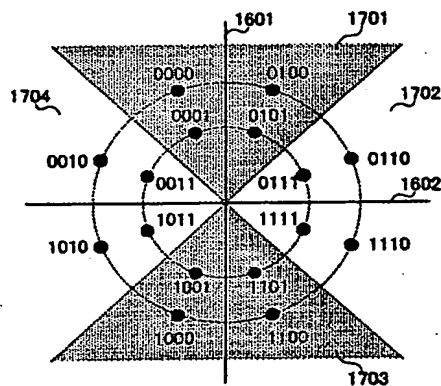
【図 13】



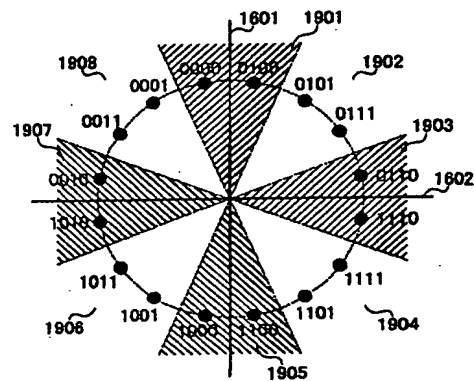
【図 15】



【図 18】



【図 19】



【図21】

